

## IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DENGAN METODE TAHANAN JENIS KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE DAERAH BAMBANKEREP NGALIYAN SEMARANG

*Aliyatarrafiah*<sup>1)</sup>, *Agus Setyawan*<sup>1)</sup> dan *Sugeng Widada*<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2)</sup>Jurusan Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: [binta.aliy@gmail.com](mailto:binta.aliy@gmail.com)

### ABSTRACT

*Shallow exploration of subsurface commonly use resistivity method which the electricity principles in the earth. The aims of this research are identify slip surface and slope safety factor at Pucung Bambankerep Ngaliyan Semarang using dipole-dipole configuration. The results of measurements are voltage and electric current to calculate the apparent resistivity value then processed by RES2DIV software for determine the lithology and the slip surface area. The value of slope safety factor was 1,332 from modelling by Rockscience software. The results present that lithology in the study area consist of clay, sand, sand gravel, and breccia. There is a slip surface at a depth of between 1,20 to 6,10 m.*

**Keywords:** *slip surface, Rockscience, resistivity, dipole-dipole*

### ABSTRAK

*Eksplorasi dangkal bawah permukaan sering menggunakan metode tahanan jenis dengan prinsip aliran listrik dalam bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bidang gelincir dan faktor keamanan lereng Dusun Pucung Bambankerep Ngaliyan Semarang dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole. Hasil pengukuran berupa tegangan dan arus listrik untuk menghitung nilai resistivitas semu yang kemudian diolah menggunakan software RES2DIV untuk mengetahui litologi bawah permukaan dan mendapatkan bidang gelincir. Faktor keamanan lereng dengan nilai 1,332 didapatkan dari pemodelan dengan menggunakan software rockscience. Hasil penelitian menunjukkan litologi yang berada di daerah penelitian adalah lempung, pasir, pasir kerikilan, dan breksi. Bidang gelincir terdapat pada kedalaman diantara 1,20 - 6,10 m.*

**Kata kunci:** *bidang gelincir, Rockscience, geolistrik, dipole-dipole*

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang meningkat berakibat pada peningkatan kebutuhan tempat tinggal dan tempat usaha membuat lahan semakin sempit. Untuk memenuhi kebutuhan itu, manusia berusaha untuk mencari lahan untuk tempat tinggal walaupun dengan cara mengepras bukit dan kurang menyadari dampak dari pengeprasan bukit tersebut dapat menyebabkan longsor. Salah satu aktivitas pengeprasan di Kota Semarang adalah di Kecamatan Ngaliyan

khususnya di Dusun Pucung Kel. Bambankerep Kec.Ngaliyan Semarang yang mengakibatkan banyak terjadi longsor di daerah tersebut.

Longsor dapat diartikan sebagai suatu bentuk erosi yang pengangkutan atau pemindahan tanahnya terjadi pada suatu saat yang relatif pendek dalam volume (jumlah) yang sangat besar [1]. Fenomena tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan, maupun keduanya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan. Longsor tersebut

merupakan sebuah peristiwa alam yang mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan yang mempengaruhi terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah [2].

Tanah longsor dapat terjadi karena aktivitas manusia diantaranya: penebangan pepohonan secara serampangan di daerah lereng, penambangan nonmineral yang menimbulkan ketidakstabilan lereng, tingkat kebasahan tanah dan bebatuan (juga daya ikatnya), pengubahan kemiringan kawasan (seperti pada pembangunan jalan, rel kereta atau bangunan), dan pembebanan berlebihan dari bangunan di kawasan perbukitan. Longsor juga dapat disebabkan oleh air hujan dan bidang gelincir. Apabila air hujan meresap ke dalam tanah mengakibatkan bertambahnya bobot tanah. Air hujan tersebut akan menembus sampai lapisan tanah kedap air. Lapisan inilah yang akan berperan sebagai bidang gelincir yang sifatnya licin [3].

Penelitian bidang gelincir dengan geolistrik tahanan jenis sudah banyak dilakukan diantaranya investigasi bidang gelincir tanah longsor di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas dengan menggunakan konfigurasi wenner dan shclumberger [4]. Identifikasi bidang gelincir pemicu bencana tanah longor dengan metode resistivitas 2 dimensi di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* [5].

Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan dalam penentuan jenis lapisan batuan yang berperan sebagai bidang gelincir dan kedalamannya dari permukaan bumi. Metode geolistrik tahanan jenis 2D dapat menghasilkan citra lapisan batuan bawah permukaan bumi secara dua dimensi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan tersebut [6].

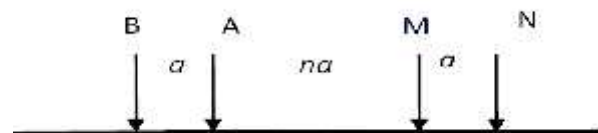
Prinsip pengukuran metode ini adalah memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode ini meliputi

pengukuran beda potensial dan arus listrik yang terjadi akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus. Perbedaan potensial diukur melalui sepasang elektroda potensial.

Bumi diasumsikan sebagai bola padat yang mempunyai sifat homogen isotropis, dengan asumsi ini, maka seharusnya tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis sebenarnya dan tidak bergantung atas spasi elektroda. Bumi pada kenyataannya terdiri atas lapisan-lapisan dengan yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut maka harga tahanan jenis yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan (tahanan jenis semu). Perumusan untuk tahanan jenis semu ditunjukkan pada persamaan (1).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan  $K$  adalah faktor geometri yang bergantung pada konfigurasi yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan konfigurasi *dipole-dipole*. Pada konfigurasi ini, kedua elektroda arus dan elektroda potensial terpisah dengan jarak  $a$ . Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh  $na$ , dengan  $n$  adalah bilangan bulat. Variasi  $n$  digunakan untuk mendapatkan berbagai kedalaman tertentu, semakin besar  $n$  maka kedalaman yang diperoleh juga semakin besar. Tingkat sensitivitas jangkauan pada konfigurasi *dipole-dipole* dipengaruhi oleh besarnya  $a$  dan variasi  $n$  [6]. dengan susunan elektroda pada gambar 1.



Gambar 1 konfigurasi dipole-dipole

Faktor geometri konfigurasi *dipole-dipole* ditunjukkan pada persamaan (2).

$$K = \pi a^2 (1 + n)(2 + n) \quad (2)$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di sekitar SD Ngaliyan 04 Desa Pucung Kelurahan Bambankerep Kecamatan Ngaliyan Semarang. Waktu penelitian dilakukan bulan Maret 2014 pada musim hujan. Alat yang digunakan adalah *resistivity meter* Naniura NRD 22 S dilengkapi dengan dua buah elektroda arus sebagai penghantar arus ke dalam bumi, dua buah elektroda potensial sebagai penghantar untuk menerima arus yang telah diinjeksikan ke bumi, empat gulung kabel, *accu* sebagai sumber daya naniura, empat buah palu untuk menanam elektroda, dan GPS untuk mengetahui posisi pengukuran. Alat pengukuran dapat dilihat pada gambar 2.



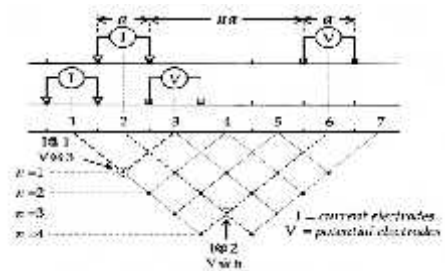
**Gambar 2** Alat pengukuran, (a) Kabel arus, (b) Kabel potensial, (c) Palu, (d) Elektroda, (e) Meteran, (f) Accu, (g) Naniura

Pengukuran dilakukan dengan mengambil tiga lintasan. Lintasan pertama yang membentang ke arah barat daya-timur laut berada pada S  $07^{\circ} 00' 53.5''$  dan E  $110^{\circ} 21' 07.8''$  dengan panjang bentangan 126 m. Lintasan kedua membentang dari selatan ke utara berada pada S  $07^{\circ} 00' 51.5''$  dan E  $110^{\circ} 21' 07.5''$  dengan panjang bentangan 70 m. Lintasan 3 membentang dari arah timur ke barat dengan panjang lintasan 112 m. Peta lintasan dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3** Peta lintasan pengukuran

Pengukuran dengan menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* dengan jarak antar elektroda 7 m. Skematik pengukuran dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4** Skematik pengukuran konfigurasi *dipole-dipole*

Pengolahan data hasil pengukuran dengan menggunakan *software excel* untuk menghitung nilai tahanan jenis semu kemudian dimodelkan dengan menggunakan RES2DIV untuk mendapatkan penampang tahanan jenis bawah permukaan.

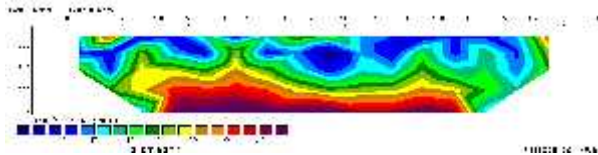
Setelah mendapatkan hasil penampang tahanan jenis diinterpretasikan litologi bawah permukaan sehingga dapat ditentukan bidang gelincir kemudian dimodelkan dalam program *slide rockscience* untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lintasan 1

Pengukuran lintasan 1 didapatkan nilai tahanan jenis berkisar antara 1,01 .m hingga 6765 .m. Kedalaman yang didapatkan adalah 11,9 m. Gambar 5 menunjukkan penampang tahanan jenis hasil pengolahan RES2DIV

berdasarkan nilai kedalaman. Berdasarkan nilai tahanan jenis yang didapatkan pada lintasan 1 dapat diinterpretasikan dalam tabel 1.

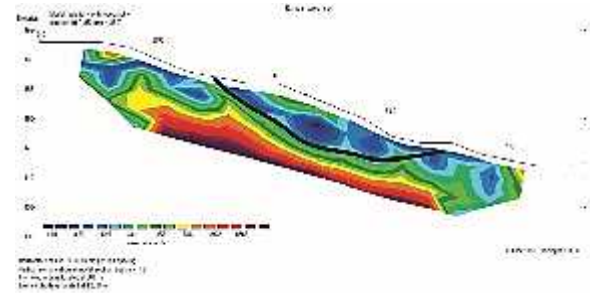


**Gambar 5** Penampang tahanan jenis berdasarkan kedalaman pada lintasan 1

**Tabel 1** Litologi lintasan 1

| Resistivitas ( .m) | Litologi            |
|--------------------|---------------------|
| 1,01 - 44,1        | Lempung             |
| 44,1 – 150         | Batupasir           |
| 155 – 546          | Batupasir kerikilan |
| 546 – 6765         | Breksi              |

Pada lintasan pertama terdapat empat jenis litologi yaitu lempung dengan kedalaman antara 1,20 - 6,10 m. Pada jarak 10,5 hingga 21 meter dan pada jarak 52,5 - 70 m dengan kedalaman antara 1,20 - 3,59 m terdapat lapisan batupasir pada bagian paling atas selain itu adalah lempung. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan lempung pada daerah penelitian sudah tersingkap. Pada kedalaman antara 6,10 - 8,86 meter terdapat batu pasir hingga batu pasir kerikilan, dan lapisan yang paling bawah yang mampu terdeteksi adalah lapisan breksi pada kedalaman antara 8,86 - 11,9 m. Gambar 6 menunjukkan penampang bawah permukaan dengan memasukkan data topografi

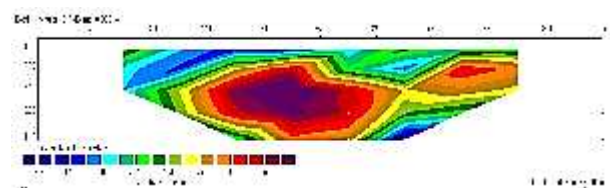


**Gambar 6.** Penampang tahanan jenis dengan data topografi pada lintasan 1

Diidentifikasi bidang gelincir pada kedalaman antara 1,20 - 6,10 m pada jarak 33 - 84 m yang ditunjukkan dengan garis hitam. Bidang gelincir merupakan kontak antara lempung dan batu pasir yang merupakan zona ketidaksinambungan sehingga zona ini lemah. Berdasarkan bentuk bidang gelincir dapat dikategorikan longsor pada lintasan 1 adalah tipe rotasional.

## Lintasan 2

Pada lintasan 2 terdapat variasi nilai tahanan jenis antara 0,454 - 351 .m dengan kedalaman yang didapatkan adalah 11,9 meter. Gambar 7 menunjukkan penampang tahanan jenis hasil pengolahan RES2DIV berdasarkan nilai kedalaman pada lintasan 2. Berdasarkan nilai tahanan jenis yang didapatkan pada lintasan 2 dapat diinterpretasikan dalam tabel 2.

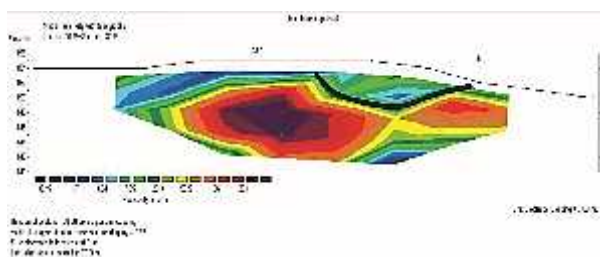


**Gambar 7** Penampang tahanan berdasarkan kedalaman pada lintasan 2

**Tabel 2** Litologi lintasan 2

| Resistivitas ( .m) | Litologi            |
|--------------------|---------------------|
| 0,45 – 3,04        | Soil lembab         |
| 3,04 – 52,5        | Lempung             |
| 52,5 - 136         | Batupasir           |
| 136 - 351          | Batupasir kerikilan |

Terdapat soil lembab pada jarak 10,5 - 35 m. Hal ini dikarenakan pada jarak tersebut terdapat vegetasi rerumputan dan dekat dengan empang ikan sehingga tanah menjadi lembab dan memberikan respon nilai resistivitas yang kecil dan pada kedalaman antara 8,86 - 11,9 m pada jarak antara 42 - 52,5 m karena terdapat sungai hasil retakan longsor lama sehingga air meresap dan menjadi lembab. Lapisan lempung terlihat pada jarak 35 - 56 m dengan kedalaman antara 1,20 - 6,10 m tanpa lapisan penghalang di atasnya, sehingga dapat diketahui bahwa lempung pada lintasan kedua sudah tersingkap. Kemudian pada kedalaman antara 3,59 – 11,9 m terdapat batu pasir hingga batu pasir kerikilan. Gambar 8 menunjukkan penampang tahanan jenis dengan memasukkan data topografi pada lintasan 2.



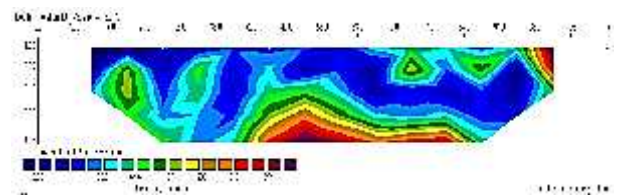
**Gambar 8** Penampang tahanan jenis dengan data topografi pada lintasan 2

Bidang gelincir pada lintasan 2 ditunjukkan dengan garis hitam. Bidang gelincir ini merupakan kontak antara batuan lempung yang kedap air dengan batu pasir yang tidak kedap air sebagai zona ketidak-sinambungan. Bidang gelincir pada lintasan 2 berada pada kedalaman antara 1,20 - 6,10 m pada jarak 36 - 52,5 m. Berdasarkan bentuk

bidang gelincir yang didapat, tipe longsor pada lintasan 2 adalah tipe rotasional.

### Lintasan 3

Lintasan 3 mempunyai litologi berkisar antara 6,82 - 1294 .m dengan kedalaman yang didapatkan 11,9 m. Gambar 9 menunjukkan penampang tahanan jenis bawah permukaan hasil RES2DIV pada lintasan 3. Kondisi geologi bawah permukaan pada lintasan 3 ditunjukkan pada tabel 3.



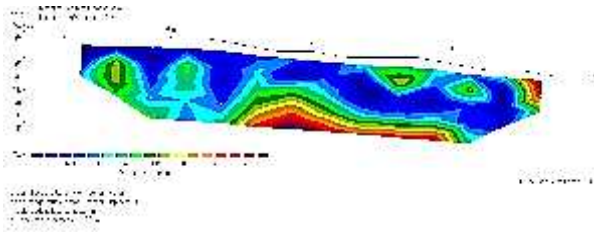
**Gambar 9** Penampang tahanan jenis berdasarkan kedalaman pada lintasan 3

**Tabel 3** Litologi lintasan 3

| Resistivitas ( .m) | Litologi            |
|--------------------|---------------------|
| 6,82 - 64,6        | Lempung             |
| 64,6 - 137         | Batupasir           |
| 137 - 612          | Batupasir kerikilan |
| 612 - 1294         | Breksi              |

Pada lintasan 3 didapatkan lapisan lempung yang dominan pada kedalaman antara 1,20 - 11,9 m. Pada jarak antara 70 - 111,5 m terdapat batu pasir, pasir kerikilan dan breksi pada kedalaman dangkal sekitar 1,20 - 3,59 m. Lapisan lempung di lintasan 3 banyak terdapat di atas lapisan sehingga dapat diketahui banyak yang tersingkap. Gambar 10 menunjukkan penampang hasil RES2DIV dengan nilai topografi. Pada lintasan 3 tidak dijumpai adanya bidang gelincir karena kondisi topografi pada lintasan tiga ini dibuat seperti undakan atau sudah landai.





**Gambar 10** Penampang tahanan jenis dengan nilai topografi lintasan 3

Informasi yang didapatkan dari ketiga lintasan tersebut adalah bahwa sebagian besar kondisi lapisan lempung pada ketiga lintasan tersebut terbuka (pada bagian yang paling atas). Lempung merupakan tanah yang mudah mengembang dan menyusut. Jika lempung tersingkap, pada saat musim kemarau lempung akan menyusut sehingga terdapat retakan-retakan yang pada musim hujan air dapat masuk mengisi retakan tersebut, sedangkan lempung bersifat *impermeable*, sehingga air yang masuk terperangkap tidak dapat diloloskan oleh lempung, sehingga lempung akan mengembang (*Swelling*) dan dapat terjadi pembuburan tanah.

Keadaan tersebut dapat menambah beban lereng dan memperkecil nilai sudut geser ( ) dan kohesi tanah (c), ditambah adanya pengaruh gravitasi terutama pada daerah-daerah yang kemiringannya sangat terjal akan mengakibatkan terjadinya longsor atau gerakan tanah. Selain itu dapat pula terjadi erosi karena air yang masuk kedalam pori-pori batuan pasir yang mempunyai permeabilitas yang tinggi sehingga menyebabkan daya ikat tanah menjadi berkurang dan akhirnya dapat menyebabkan longsor.

Setelah diketahui bidang gelincir maka dilakukan pemodelan dengan menggunakan *software Rockscience* untuk mengetahui besar nilai faktor keamanan lereng pada daerah penelitian. Prinsip dasar dari faktor keamanan lereng ini adalah diperkenalkan oleh Fellenius ditunjukkan dengan persamaan (3).

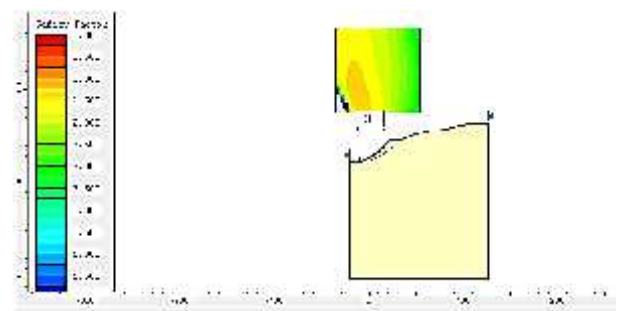
$$F = \sum \frac{c + \sigma \tan \phi}{\sigma \tan \phi} \quad (3)$$

dengan  $F$  adalah faktor keamanan lereng (tak bersatuan),  $c$  adalah gaya ketahanan geser/tahanan geser sepanjang  $L$  (ton/m<sup>2</sup>),  $\sigma$  adalah gaya dorong geser (ton/m<sup>2</sup>). Nilai faktor keamanan lereng dengan intensitas longsor ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4** Hubungan nilai faktor keamanan lereng dengan intensitas longsor

| Nilai Faktor Keamanan | Intensitas Longsor                              |
|-----------------------|---|
| $F < 1,07$            | Longsor terjadi biasa / sering ( lereng labil)  |
| $F$ antara 1,07-1,25  | Longsor pernah terjadi                          |
| $F > 1,25$            | Longsor jarang terjadi ( lereng realtif stabil) |

Parameter yang digunakan dalam pemodelan ini adalah *unit weight*, kohesi, dan sudut geser dalam. Gambar 11 menunjukkan perhitungan faktor keamanan lereng pada daerah penelitian. Pemodelan ini dilakukan dengan mengambil data topografi pada lintasan 1 dikarenakan kondisi topografi lintasan 1 lebih terjal dari pada lintasan 2 sehingga peluang terjadinya longsor lebih besar pada lintasan 1 sedangkan pada lintasan 3 tidak ditemukan bidang gelincir.



**Gambar 11** Faktor keamanan lereng

Faktor keamanan lereng pada daerah penelitian adalah 1,332. Nilai tersebut diperoleh hanya berdasarkan data kohesi, sudut geser dalam, dan *unit weight* sedangkan nilai faktor keamanan juga dipengaruhi adanya struktur seperti kekar, perlapisan, bidang-

bidang sesar serta tekanan pori atau muka air tanah.

Nilai faktor keamanan yang didapatkan, menunjukkan lereng tersebut cukup aman (berdasarkan tabel 4), tetapi lama kelamaan dengan kondisi lapisan lempung yang dibiarkan terbuka maka jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi maka air hujan tersebut dapat memasuki rekahan-rekahan yang menyebabkan lempung mengembang (*Swelling*) sehingga beban tanah akan bertambah begitu juga dengan lapisan yang ada di atas lempung tersebut akan bertambah bebannya dan kohesi serta sudut geser tanah menjadi kecil maka akan terjadi longsor yang sulit untuk diatasi.

Sistem penanganan yang dapat dilakukan dengan membuat tebing landai sehingga dalam perhitungan faktor keamanan lereng menunjukkan angka yang stabil yaitu  $>1,25$  dan menghindari air masuk pada lapisan lempung dengan cara sisipan batu lempung ditutup dengan beton semprot.

## KESIMPULAN

Pengukuran tahanan jenis pada daerah Bampakerep Ngaliyan ini didapatkan litologi bawah permukaan terdiri dari lempung, batupasir, batupasir kerikilan, dan breksi. Adapun bidang gelincir yang didapatkan merupakan kontak antara lempung dan batupasir sebagai zona lemah yang berada pada kedalaman antara 1,20-6,10 m. Faktor keamanan lereng yang didapatkan adalah sebesar 1,332.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sitorus, S., 2006, *Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap sebagai Kontrol terhadap Faktor Resiko dan Bencana Longsor*, Direktorat Jendral Penataan Ruang Departemen PU, Jakarta.
- [2]. Crozier, M., 1999, *Landslide in Paccione* (ED). *Applied Geography, Principles and Practice*, New York, Routledge.
- [3]. Herlin, HS., Arif, B., 2012, *Penentuan Bidang Gelincir Gerakan Tanah dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Studi Kasus di Sekitar Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Limau Manis, Padang)*, Jurnal Fisika Unand, No. 1, Vol. 1, Hal. 19-24.
- [4]. Sugito, Zaroh, I., dan Indra, P.J., 2010, *Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas*, Berkala Fisika, Vol. 13, No. 2, Hal. 49-54.
- [5]. Darsono, Bambang, N., Budi, L., 2012, *Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar*, *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol.2, No.1 halaman 51.
- [6]. Telford, M.W., Geldart, L.P., Sheriff, R.E, dan Keys, D.A., 1976, *Applied Geophysics*, New York: Cambridge University Press.